

Studi Kinerja Elektrokoagulasi Menggunakan Reaktor Kontinu dan Batch terhadap Air Limbah Domestik Perkantoran Gedung Syarif Thayeb (M) Universitas Trisakti, L. Adeline, *et.al.*,
JTL Vol. 7 No. 2 Desember 2015, 67 - 74

STUDI KINERJA ELEKTROKOAGULASI MENGGUNAKAN REAKTOR KONTINU DAN *BATCH* TERHADAP AIR LIMBAH DOMESTIK PERKANTORAN GEDUNG SYARIF THAJEB (M) UNIVERSITAS TRISAKTI

Lidwina Adeline, Bambang Iswanto, Muhammad Lindu

Jurusan Teknik Lingkungan, FALTL, Universitas Trisakti, Jl Kyai Tapa No.1, Jakarta 11440, Indonesia

mlindu@trisakti.ac.id

Abstrak

Berbagai pengembangan proses pengolahan air limbah telah dilakukan untuk mendapatkan hasil pengolahan yang maksimum baik secara fisik, kimia maupun biologi. Dalam penelitian ini telah dilakukan studi pengaruh waktu tinggal atau waktu reaksi dan voltase dalam proses elektrokimia atau elektrokoagulasi air limbah domestik yang berasal dari Gedung Syarif Thayeb (M), Universitas Trisakti, menggunakan reaktor kontinu dan batch. Variasi waktu tinggal proses elektrokoagulasi pada tegangan 12,5 VDC menggunakan reaktor kontinu dilakukan mulai dari 1; 3,6; 4; 4,9; 10,1; dan 57,2 menit dan satu sampel untuk setiap perlakuan waktu tinggal dibuat blanko tanpa dilewatkan reaktor elektrokoagulasi untuk penentuan COD awal atau inlet. Air keluar reaktor kemudian diaduk menggunakan alat *jar test* pada dua tahap, tahap aduk cepat pada 200 rpm selama 1 menit dan aduk lambat 20 menit pada kecepatan 25-30 rpm, lalu sampel didekantasi selama 2 jam kemudian cairan bening diukur nilai COD dengan metode spektrofotometer dan TSS dengan gravimetrik. Diperoleh penyisihan COD mulai 55% - 73 % dengan COD inlet bervariasi 141 mg/L - 432 mg/L dan TSS dalam air dekanter 2 - 50 mg/L dan untuk sampel blanko 10 - 143 mg/L. Elektrokoagulasi pada reaktor batch dengan waktu reaksi 0; 10; 20; 30; 40 dan 60 menit dilakukan pada voltase 2, 3 dan 4 VDC, dan arus terpakai 0,1 - 0,63 A dengan pengadukan dan waktu dekanter sama seperti perlakuan kontinu dan pH air dijaga 6,8-7 dan besarnya penurunan COD diamati untuk ketiga variasi voltase tidak terjadi perbedaan. Konsentrasi COD turun dengan cepat setelah proses elektrokoagulasi selama 10 menit pertama dengan kisaran 85% untuk ketiga voltase tersebut dan penurunan COD turun secara perlahan untuk waktu elektrokoagulasi setelah 10 menit dan pada elektrokoagulasi 60 menit COD tersisihkan sebesar 93-95%, dengan COD awal 541 mg/L.

Abstract

Study of Electrocoagulation Performances using Continue and Batch Reactor for Office's Domestic Wastewater in Syarif Thayeb Building (M) Trisakti University. Various developments of the wastewater treatment process has been carried out to get the maximum process of physical, chemical and biological. In this research, study has been conducted to acknowledge the influence of retention time or reaction time and voltage in an electrochemical process or electrocoagulation of domestic wastewater from Syarif Thayeb Office Building (M), Trisakti University using continuous and batch reactors. Variations in retention time in the electrocoagulation process of 12.5 VDC voltage using a continuous reactor is started from 1; 3.6; 4; 4.9; 10.1, and 57.2 minutes and one sample for each retention time treatment as standard without passing the electrocoagulation reactor for COD determination of initial or inlet. Output water from the reactor is being stirred using a jar test process in two stages, the rapid mixing stage at 200 rpm for 1 minute and slow mixing for 20 minutes at 25-30 rpm speed, and then sample is decanted for 2 hours, then COD values measured using spektrofotometer and TSS using gravimetric method for clear water sample. COD obtained from 55% - 73% with varying inlet COD concentration 141 mg/L - 432 mg/L and TSS in decanter water 2-50 mg/L and for standard sample 10-143 mg/L. Electrocoagulation process using batch reactor with a reaction time of 0, 10, 20, 30, 40 and 60 minutes is done on voltage 2, 3 and 4 VDC, and current 0.1 - 0.63 A with stirring and decanter time is same with continuous system and the pH of the water is maintained 6.8 - 7 and the reduction in COD was observed for all three voltage variations and there're no differences. COD concentration dropped rapidly after electrocoagulation process for the first 10 minutes with a range of 85% for all three voltages and

a decrease in COD concentration declined slowly for electrocoagulation time after 10 minutes and at 60 minutes electrocoagulation excluded COD by 93-95%, with initial COD 541 mg/L.

Keywords: Waste Water Treatment, Electrocoagulation, Continuous and Batch System, Voltage, COD

1. Pendahuluan

Air adalah salah satu unsur yang sangat penting bagi lingkungan hidup dan kehidupan manusia. Kualitas air baku mengalami penurunan kualitas dikarenakan terjadinya pencemaran air yang diakibatkan oleh berbagai kegiatan manusia salah satunya dari pencemaran yang berasal dari air limbah domestik.

Berbagai pengembangan proses pengolahan air limbah telah dilakukan untuk mendapatkan hasil pengolahan yang optimum baik secara fisik, kimia maupun biologi. Dalam penelitian ini dipilih salah satu jenis pengolahan secara elektrokimia sebagai alternatif dari proses pengolahan air limbah yaitu proses elektrokoagulasi. Metode ini memiliki kelebihan yaitu memiliki efisiensi yang cukup tinggi dan menghasilkan ion terlarut lebih sedikit karena penambahan hanya dari logam aluminium yang terlarut menjadi ion Al^{3+} dibanding koagulan lain yang umumnya berada dalam bentuk garamnya dan perubahan pH cenderung naik dari pH sedikit asam ke pH mendekati netral sangat kecil. Penelitian Budiyo, dkk. [1] menunjukkan suspended solid dari air limbah potong hewan dengan konsentrasi awal 1250 – 4000 mg/L dengan elektrode anoda/katoda Fe/Al dengan kuat arus tetap 125 A/m² dan lama proses koagulasi 10 menit, elektrokoagulasi mampu menurunkan suspended solid sebesar 97,2 – 99,6% dengan perubahan pH cenderung naik antara pH 7,2-7,8 dari pH awal 6,3 – 7,2. Hari, P.B., dan Harsanti, M. [2] telah membuktikan bahwa air limbah tekstil yang dielektrokoagulasi dengan elektrode Al/Al pada 24 VDC, arus 30 A dengan 5 L sampel dan lama proses 25 menit yang semula masing-masing mengandung 230 mg/L TSS, 1200 mg/L COD dan 680 mg/L BOD₅ dapat diturunkan masing-masing 90,18%, 83,6% dan 87,35% dengan pH awal 9,9 menjadi 8,6. Namun penambahan waktu elektrokoagulasi menjadi 30 menit menaikkan pH menjadi lebih basa dengan nilai pH mendekati pH awal. Yao Hu, C., dkk. [3] menunjukkan proses elektrokoagulasi-flotasi untuk menyisihkan TSS dan fluoride efektif terjadi jika perbandingan gas/solid lebih dari 0,1 L/g dan perbandingan gas/cair kurang dari 0,4 L/L.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan sumber sampel berasal dari air limbah domestik. Penelitian dilakukan dari bulan Mei – Oktober 2012 di Laboratorium Lingkungan Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti.

Tahap penelitian dilakukan sebagai berikut:

- a. Air limbah dari gedung disaring dengan saringan yang digunakan pada aquarium kemudian dikumpulkan dalam tangki 220 L. Selanjutnya air dipompa ke reaktor kontinyu dengan pompa diafragma Blue & White tipe C-6250P-220VAC dengan kapasitas maksimum 61,4 L/jam. Elektrode anode/katode menggunakan SUS 316/Aluminium. Uji juga dilakukan secara *batch*. Pada sistem kontinu dilakukan dua variasi yaitu variasi waktu tinggal atau debit yaitu 0,2; 0,5; 0,8; 3; 6; 12; 24 L/menit pada voltase 12,5 V dan variasi voltase yaitu 2; 3; 4 dan 5 V. Pada sistem *batch* dilakukan dua variasi yaitu variasi waktu elektrokoagulasi atau debit yaitu 10, 20, 30, 40, dan 60 menit dan variasi voltase yaitu 2, 3 dan 4 V.
- b. Proses Flokulasi
Sampel air yang telah mengalami proses elektrokoagulasi selanjutnya diaduk menggunakan pengadukan cepat (*rapid mixing*) selama 1 menit dengan kecepatan $\pm 150 - 200$ rpm dan pengadukan lambat selama 20 menit dengan kecepatan $\pm 15 - 35$ rpm. Pada saat proses pengadukan dilakukan pengukuran COD sampel setiap 10, 15, dan 20 menit.
- c. Proses Dekantasi
Proses dekantasi untuk seluruh sampel dilakukan selama 2 jam setelah proses flokulasi dengan pengukuran cairan jernih hasil dekantasi berupa nilai COD dilakukan pada 1 jam pertama dan 2 jam untuk COD dan TSS.

Analisis parameter COD dilakukan dengan menggunakan metode refluks tertutup secara spektrofotometri berdasarkan SNI 06-6989.2-2004 [4]. Sedangkan untuk parameter TSS menggunakan metode gravimetri berdasarkan pada SNI 06-6989.3-2004 [5].

3. Hasil dan Pembahasan

Air limbah yang dihasilkan merupakan hasil buangan dari kegiatan kamar mandi, pembersihan lantai dan pencucian piring. Sumber air limbah yang digunakan diambil dari inlet yaitu air limbah yang hanya melalui penyaringan kasar untuk menyaring kotoran – kotoran dalam bentuk yang besar dan padat. Kondisi air limbah pencemar yang digunakan dalam penelitian ini berwarna kuning, keruh dan berbau sehingga perlu disaring terlebih dahulu sebelum memasuki pengolahan lebih lanjut.



Gambar 1. Air limbah yang digunakan

Tabel 1. Karakteristik sumber pencemar

| No | Parameter | Satuan | Baku Mutu | | Hasil Analisis |
|----|----------------------------------|--------|-----------------------------|---------|----------------|
| | | | Individual/ Rumah Tangga | Komunal | |
| 1 | pH | - | 6 - 9 | 6 - 9 | 7,3 |
| 2 | TSS | mg/L | 50 | 50 | 138 |
| 3 | TDS | mg/L | 50 | 50 | 734,21 |
| 4 | DHL | µS/cm | - | - | 1170 |
| 5 | Kekeruhan | NTU | - | - | 31 |
| 6 | COD | mg/L | 100 | 80 | 408,51 |
| 7 | BOD | mg/L | 75 | 50 | 112,62 |
| 8 | Zat Organik (KMnO ₄) | mg/L | 85 | 85 | 138 |
| 9 | Phospat (PO ₄) | mg/L | 10 | 10 | 1,506 |
| 10 | Minyak dan Lemak | mg/L | 10 | 20 | 14 |
| 11 | Deterjen (MBAS) | mg/L | 2 | 2 | 0,199 |
| 12 | Nitrat (NO ₃) | mg/L | 100 | 80 | 13,27 |

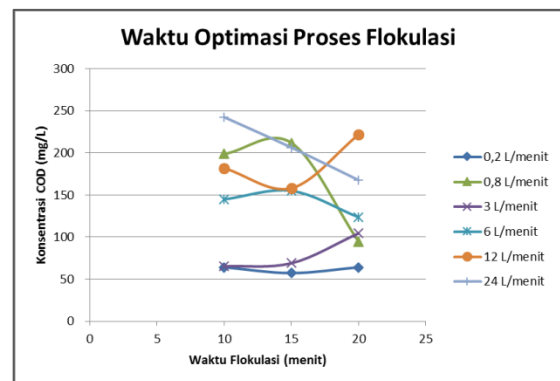
Hasil penurunan konsentrasi COD pada voltase 12,5 V mengalami penurunan namun belum stabil. Hasil pengukuran data COD dibuat dalam bentuk rata – rata dikarenakan hasilnya yang belum stabil. Penurunan paling tinggi terjadi debit 0,8 L/menit. Hal ini dimungkinkan karena adanya pengaruh waktu tinggal yang lama dengan arus debit yang pelan serta kebocoran yang terjadi pada bagian dalam reaktor dan pengambilan lokasi sampel yang masih terlalu pekat yaitu pada sumber inlet sehingga air limbah masih belum homogen sempurna. Serta dikarenakan reaktor yang digunakan masih belum sempurna sepenuhnya

sehingga masih terjadi kebocoran pada bagian dalam dan bagian luar.

Tabel 2. Penurunan konsentrasi COD

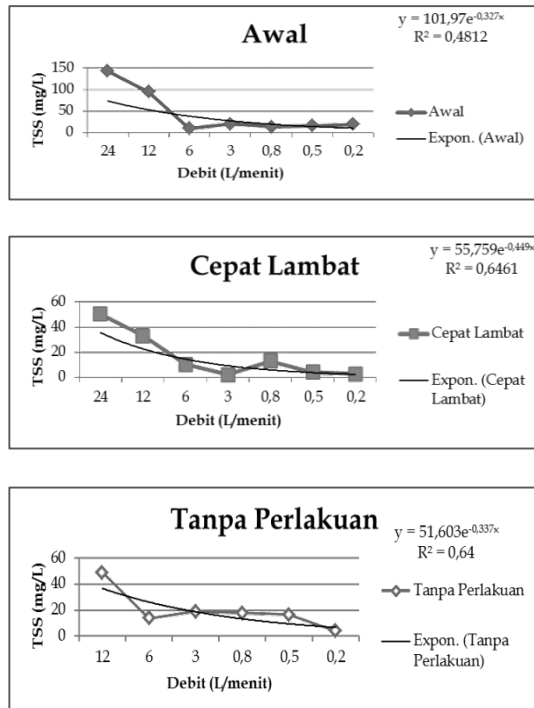
| No | Debit | Konsentrasi COD Awal | Konsentrasi COD Outlet | Efisiensi Penyisihan COD |
|----|-------|----------------------|------------------------|--------------------------|
| | L/mnt | mg/L | mg/L | % |
| 1 | 24 | 419,5485 | 318,6045 | 24% |
| 2 | 12 | 412,1880 | 384,8490 | 7% |
| 3 | 6 | 294,9458 | 213,4545 | 28% |
| 4 | 3 | 140,9010 | 130,3860 | 7% |
| 5 | 0,8 | 243,6851 | 133,2776 | 45% |
| 6 | 0,2 | 150,1542 | 122,5825 | 18% |

Pada hasil proses reaktor elektrokoagulasi dilakukan pengadukan tambahan yaitu pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Pengukuran COD dilakukan pada waktu tertentu pada saat proses pengadukan berjalan yaitu 10, 15 dan 20 menit. Dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa waktu flokulasi tidak terlalu berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi COD namun dapat dilihat penurunan paling banyak terjadi pada saat menit ke 20.



Gambar 2. Waktu optimasi proses flokulasi

Pada proses sedimentasi dilakukan pengambilan sampel pada waktu 1 jam dan 2 jam. Proses sedimentasi flok jika dilihat secara visual telah berhenti turun pada menit sekitar ke 45. Namun pada saat mendekati 2 jam flok – flok mulai naik dan mengapung di permukaan. Hal ini dimungkinkan karena adanya gas H₂ yang bekerja. Dikarenakan kurangnya data pengukuran COD maka untuk perubahan sedimentasi hanya dapat dilihat pada konsentrasi TSS.



Gambar 3. Hasil penurunan TSS

Penurunan TSS lebih banyak terjadi pada sampel dengan adanya bantuan proses flokulasi atau pengadukan dimana R^2 yang didapatkan paling besar yaitu 0,6461. Hasil pengukuran konsentrasi TSS pada sampel tanpa perlakuan dan awal hampir mendekati karena tidak terjadinya proses elektrokoagulasi secara maksimal sehingga tidak terlalu terlihat adanya perubahan pada hasil pengukuran. Namun pada sampel cepat lambat konsentrasi TSS cenderung lebih kecil dan stabil karena telah melalui proses pengadukan terlebih dahulu.

Data yang dihasilkan dapat terlihat pada Tabel 3, penurunan terbesar terjadi pada debit 0,5 L/menit dengan voltase 3 V dengan penurunan sebesar 46%. Hasil ini masih perlu diadakan penelitian kembali karena pada saat proses terjadi gangguan kestabilan pada voltase, penyaluran arus listrik ke setiap plate dan kebocoran yang terjadi pada reaktor sehingga hasil yang didapatkan masih belum sempurna.

Pada variasi voltase yang digunakan dalam penelitian ini, terlihat pada beberapa voltase dan debit terdapat busa berwarna putih yang terbentuk pada saat proses terjadi dan plate yang digunakan berubah menjadi warna hitam seperti terbakar. Dikarenakan voltase dan ampere yang saling berkaitan maka semakin besar voltase maka akan semakin besar ampere yang akan dihasilkan oleh alat. Hal ini berpengaruh terhadap reaktor pada

saat mencapai voltase besar dan ampere besar karena reaktor masih menggunakan kabel berukuran kecil sehingga kabel mengeluarkan asap serta terasa panas. Sedangkan pada hasil efisiensi penurunan konsentrasi COD pada sistem batch didapatkan paling besar pada waktu elektrokoagulasi 60 menit dengan voltase 4V sebesar 95%.

Tabel 3. Penurunan konsentrasi COD

| No | Voltase | Debit (L/menit) | Konsentrasi COD (mg/L) | | Efisiensi Penurunan (%) |
|----|---------|--------------------|------------------------|----------|-------------------------------|
| | (V) | | Akhir | Awal | |
| 1 | 12,5 | 0,2 | 58,3726 | 150,1542 | 61% |
| 2 | | 0,5 | 321,7590 | 432,1665 | 26% |
| 3 | | 0,8 | 108,5148 | 243,6851 | 55% |
| 4 | | 3 | 56,2500 | 140,9010 | 60% |
| 5 | | 6 | 80,4834 | 294,9458 | 73% |
| 6 | | 12 | 132,6650 | 412,1880 | 68% |
| 7 | | 24 | 142,7475 | 419,5485 | 66% |

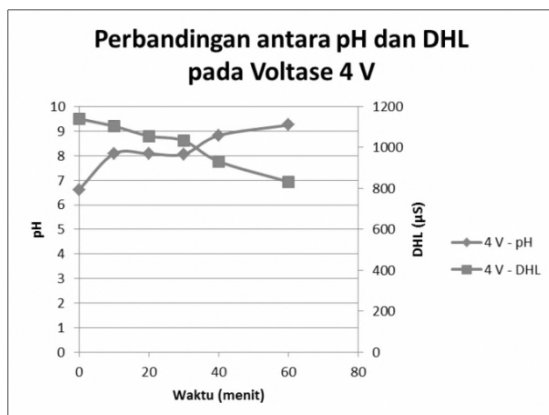
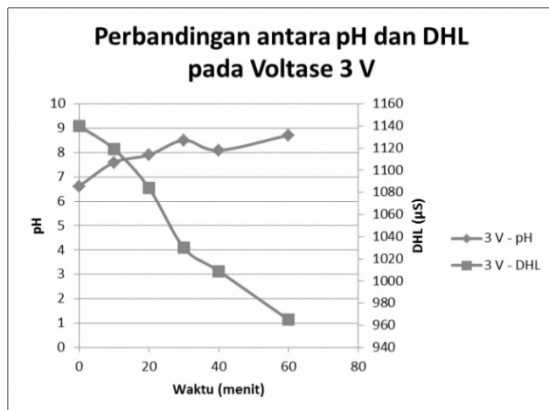
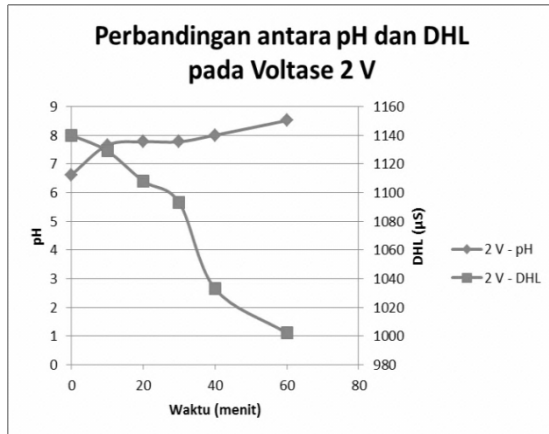
Tabel 4. Penurunan COD pada variasi 3 – 5 V

| No | Debit L/mnt | Vol tase (V) | Konsentrasi COD (mg/L) | | Efisie nsi % |
|----|----------------|--------------------|---------------------------|----------|-----------------|
| | | | Awal | Akhir | |
| 1 | 0,2 | 2 | 283,905 | 194,3172 | 32% |
| 2 | 3 | | 205,0425 | 157,0941 | 23% |
| 3 | 0,2 | 3 | 231,5403 | 204,4116 | 12% |
| 4 | 3 | | 153,9396 | 107,8839 | 30% |
| 5 | 3 | 4 | 283,2741 | 248,5746 | 12% |
| 6 | 3 | 5 | 219,5532 | 152,6778 | 30% |

Tabel 5. Penurunan COD sistem batch

| No | Waktu (menit) | Voltase (V) | Konsentrasi COD (mg/L) | | Efisiensi Penyisihan (%) |
|----|------------------|----------------|---------------------------|----------|--------------------------------|
| | | | Akhir | Awal | |
| 1 | 10 | 2 V | 81,8579 | 540,9968 | 85% |
| 2 | 20 | | 65,9568 | 540,9968 | 88% |
| 3 | 30 | | 58,6179 | 540,9968 | 89% |
| 4 | 40 | | 51,8905 | 540,9968 | 90% |
| 5 | 60 | | 39,6589 | 540,9968 | 93% |
| 6 | 10 | 3 V | 83,6926 | 540,9968 | 85% |
| 7 | 20 | | 59,8410 | 540,9968 | 89% |
| 8 | 30 | | 50,6673 | 540,9968 | 91% |
| 9 | 40 | | 44,5515 | 540,9968 | 92% |
| 10 | 60 | | 36,6010 | 540,9968 | 93% |
| 11 | 10 | 4 V | 82,4695 | 540,9968 | 85% |
| 12 | 20 | | 56,1715 | 540,9968 | 90% |
| 13 | 30 | | 56,1715 | 540,9968 | 90% |
| 14 | 40 | | 32,3199 | 540,9968 | 94% |
| 15 | 60 | | 25,5925 | 540,9968 | 95% |

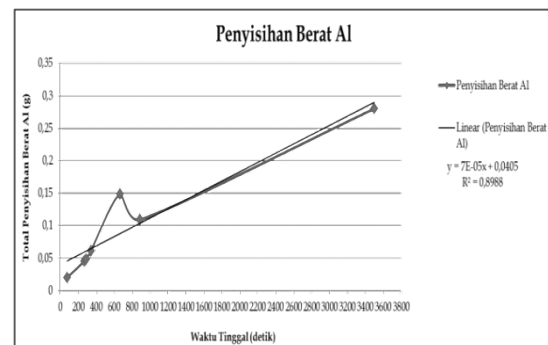
Berdasarkan grafik data pH dan DHL di atas dapat terlihat bahwa pH mengalami kenaikan yang cukup signifikan setelah proses elektrokoagulasi berjalan namun berbanding terbalik dengan DHL yang cenderung mengalami suatu penurunan. Sedangkan pada saat proses flokulasi dijaga agar pH pada kondisi normal yaitu 6 – 7. Namun ketika memasuki proses dekantasi mulai mengalami peningkatan lagi namun tidak sampai setinggi pada saat setelah proses elektrokoagulasi.



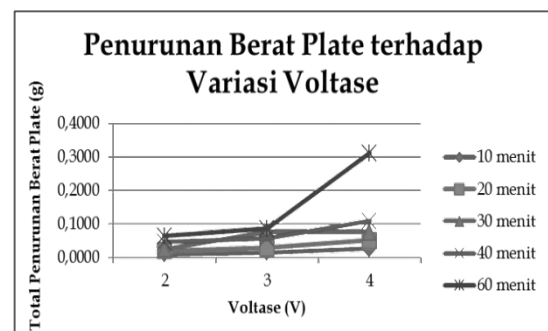
Gambar 4. Perbandingan antara pH dan DHL

Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Budiyo, dkk [1] dimana pada penelitiannya mengalami perubahan pH cenderung naik antara pH 7,2 - 7,8 dari pH awal 6,3 – 7,2. Namun berbanding terbalik pada penelitian oleh Hari, P.B., dan Harsanti, M. [2] yang telah membuktikan bahwa air limbah tekstil yang di elektrokoagulasi dengan elektrode Al/Al pada 24 VDC, arus 30 A dengan 5 L sampel dan lama proses 25 menit mengalami perubahan pH dari pH awal sebesar 9,9 menjadi 8,6.

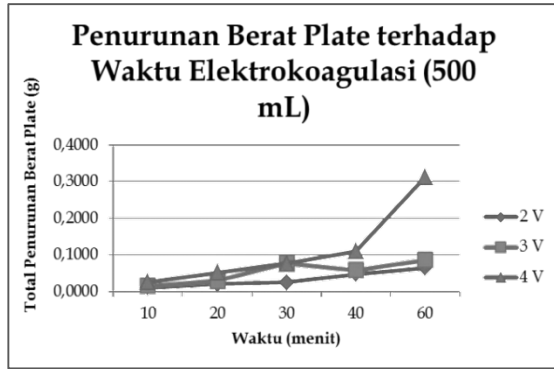
Berdasarkan Hukum Faraday besar penurunan berat Al berbanding lurus dengan waktu proses dan arus yang dialirkan. Pada pengukuran konsentrasi COD sistem kontinu dapat terlihat terjadinya perbandingan lurus walaupun sedikit terjadi peningkatan. Perbandingan untuk hasil data sistem kontinu hanya dapat dilakukan terhadap waktu proses dikarenakan kurangnya data pengukuran arus listrik pada saat di lapangan. Sedangkan pada sistem *batch*, penurunan berat plate yang terjadi terlihat lebih stabil dan sesuai dengan Hukum Faraday. Hal ini dimungkinkan karena pada proses kontinu dipengaruhi oleh debit dan waktu tinggal yang masih perlu penyesuaian pada saat prosesnya.



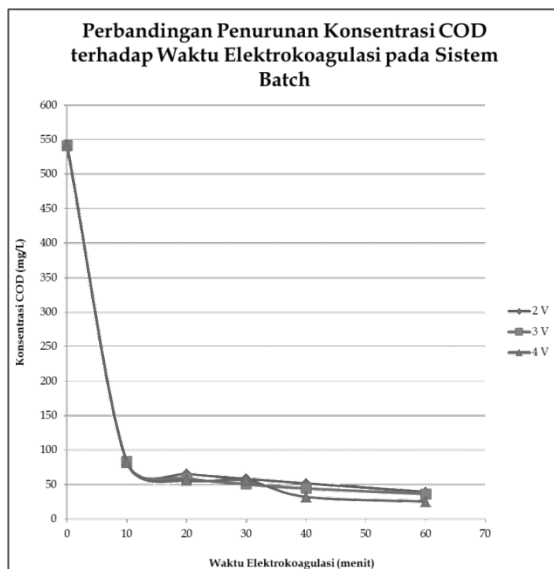
Gambar 5. Penyisihan berat Al



Gambar 6. Penurunan berat plate terhadap variasi voltase



Gambar 7. Penurunan berat plate terhadap waktu elektrokoagulasi

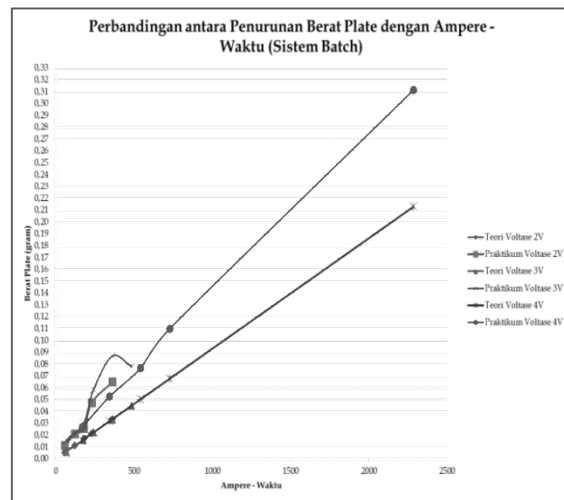


Gambar 8. Penurunan COD terhadap waktu elektrokoagulasi pada sistem batch

Berdasarkan pada gambar perbandingan konsentrasi COD terhadap waktu elektrokoagulasi dan tabel perhitungan, dapat dilihat bahwa tidak adanya pengaruh variasi voltase pada penurunan berat COD sedangkan pada penurunan berat plate perubahan lebih dikarenakan adanya ketidakstabilan pada arus listrik yang dihasilkan oleh alat penghasil voltase yang secara otomatis voltase akan meningkat ketika arus listrik yang dihasilkan juga meningkat. Sedangkan pada Tabel.6 dapat dilihat hasil perhitungan waktu dan penyisihan berat aluminium pada baku mutu 80 mg/L berdasarkan Peraturan Gubernur DKI Jakarta No 122 [6] untuk komunal dimana dapat terlihat waktu yang diperlukan tidak terlalu berbeda.

Tabel 6. Penyisihan berat aluminium

| Waktu dan Penyisihan Berat Aluminium pada Baku Mutu 80 mg/L | | |
|---|---------------|---------------------------------|
| Voltase (V) | Waktu (menit) | Penyisihan Berat Aluminium (gr) |
| 2 | 10,2 | 0,0115 |
| 3 | 10,2 | 0,0160 |
| 4 | 10,1 | 0,0270 |



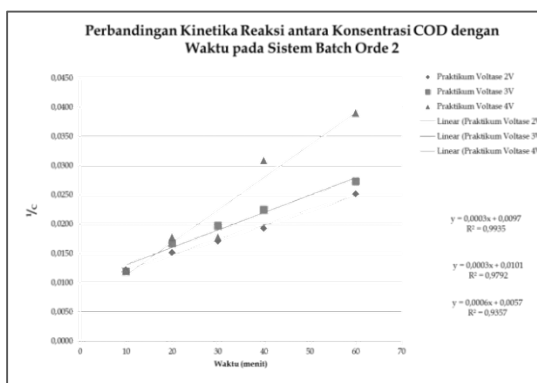
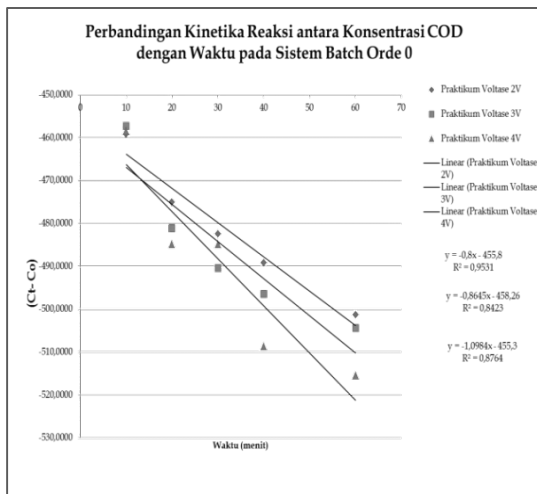
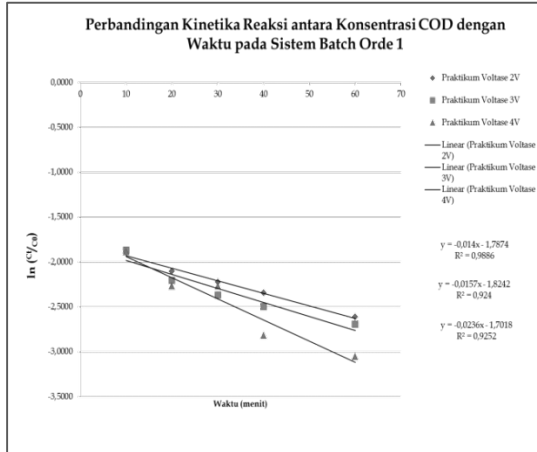
Gambar 9. Perbandingan penurunan berat plate dengan ampere-waktu pada sistem batch

Pengaruh voltase terhadap proses elektrokoagulasi pada Hukum Faraday tidak terlalu berpengaruh berdasarkan hasil yang terlihat pada grafik dan tabel karena masih mengalami penurunan walaupun digunakan voltase kecil. Dalam penelitian ini digunakan variasi voltase 2,3,4,5 dan 12,5V. Berdasarkan penurunan yang terjadi tersebut proses elektrokoagulasi tidak diharuskan menggunakan voltase hingga 12,5 V namun umumnya dipilih karena DC penghasil voltase 12,5 V lebih mudah untuk didapatkan di pasaran.

Menurut Benefield *et al.* [7], Persamaan Nernst merupakan persamaan yang umumnya digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang berhubungan dengan potensial setengah reaksi dan potensial sel menjadi konsentrasi dari suatu reaksi larutan. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan sesuai dengan teori dan data lapangan yang digunakan didapatkan konstanta kesetimbangan $[(K_a)_{eq}]$ sebesar 1.097×10^{84} . $(K_a)_{eq}$ yang didapatkan besar dikarenakan reaksi yang terjadi

antara anoda dan katoda merupakan reaksi spontan.

$$(K_a)_{eq} = [H_2]^3 [Al^{3+}]^2$$



Gambar 10. Perbandingan kinetika reaksi COD vs waktu

Data $(K_a)_{eq}$ yang didapatkan tersebut dapat digunakan untuk menghitung besarnya gas H_2 dan Al^{3+} yang dilepaskan pada saat proses reaksi tersebut. Namun karena tidak dilakukan pengukuran terhadap konsentrasi Al^{3+} maka tidak dapat dihitung besar gas H_2 yang dihasilkan. Perhitungan yang dilakukan terhadap tiga kondisi pH yaitu pH 4, 7 dan 10 menunjukkan bahwa semakin asam suatu larutan maka akan semakin besar peluruhan terhadap plate aluminium dan gas hidrogen yang dihasilkan dikarenakan pOH yang menunjukkan kondisi basa suatu larutan dengan H_2 dan Al^{3+} berdasarkan rumus redoks yang didapatkan berbanding terbalik.

Dalam suatu proses reaksi kimia sangat dipengaruhi oleh kinetika reaksi yang menggambarkan kecepatan laju dari suatu reaksi tersebut. Berdasarkan perhitungan pada analisis dengan Persamaan Nernst didapatkan bahwa reaksi yang terjadi antara katoda dan anoda ini merupakan suatu reaksi spontan. Dalam penelitian oleh Hudori dan Soewondo [8], digunakan reaksi orde satu sebagai dasar laju perubahan reaksi namun dalam penelitian ini digunakan orde dua sebagai dasar dikarenakan penurunan konsentrasi COD pada sistem *batch* yang cukup besar. Dalam rumus reaksi orde dua digambarkan semakin cepat t yang digunakan maka semakin besar konsentrasi yang dihasilkan. Hal ini terlihat secara lebih jelas pada grafik pada gambar di bawah dimana jika dibandingkan hasil R^2 dari setiap orde yaitu orde nol, satu dan dua yang paling mendekati nilai 1 berdasarkan *trendline linear* adalah orde dua.

4. Kesimpulan

- Optimasi proses flokulasi yang dilakukan pada proses elektrokoagulasi sistem kontinu tidak dipengaruhi oleh waktu tinggal proses terhadap proses flokulasi dengan variasi waktu 10, 15, dan 20 menit.
- Penurunan konsentrasi COD yang terjadi pada sistem batch dengan variasi 2, 3, dan 4 V paling besar yaitu mencapai 95% pada waktu 60 menit dengan voltase 4 V dengan konsentrasi awal sebesar 540,9968 mg/L menjadi 25,5925 mg/L dengan kondisi air sampel sudah terlihat sangat jernih pada volume sampel 500 mL.
- Dari hasil reaktor elektrokoagulasi dengan kontinu mempunyai kecenderungan dengan waktu tinggal yang lebih lama akan terjadi penurunan COD yang memiliki kecenderungan semakin besar namun ditemukan waktu tinggal yang lebih pendek dalam penelitian ini memiliki penyisihan yang lebih tinggi.

4. Jika dibandingkan terhadap baku mutu Pergub No 122 Tahun 2005 dengan baku mutu konsentrasi COD 80 mg/L maka didapatkan waktu untuk elektrokoagulasi 2 dan 3 V adalah 10, 2 menit dengan penyisihan berat Al 0,0115 gr dan 0,0160 gr sedangkan 4 V adalah 10, 1 menit dengan penyisihan berat Al 0,0270 gr.
5. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan pada proses sistem batch kondisi optimasi jika dilihat sesuai dengan baku mutu Pergub No 122 Tahun 2005 dengan baku mutu konsentrasi COD 80 mg/L terhadap waktu elektrokoagulasi maka dapat dipilih proses dengan voltase 2 V dikarenakan penurunan konsentrasi COD dan waktu elektrokoagulasi yang hampir mendekati variasi voltase lain namun dengan lebih sedikitnya proses penyisihan berat Al yang terjadi. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa voltase tidak banyak berpengaruh sehingga tidak diperlukan voltase besar dalam proses yang dilakukan.
6. Pada proses elektrokoagulasi dengan sistem batch didapatkan penurunan paling tinggi terjadi pada 4 V namun hasil penurunan ini tidak terlalu jauh dengan 2 V dan 3 V.

Daftar Acuan

- [1] Budiyono, Widiyasa I.N., Johari, S., *International Journal of Science and Engineering*, 1(1) (2010) 25.
- [2] Hari, P.B., dan Harsanti, M., *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 2010, p.D11-1.
- [3] Yao Hu, C., Lien Lo, S., Hui Kuan, W., De Lee, Y., *Treatment of High Flouride-Content Wastewater by Continuous Electrocoagulation-Flotation System with Bipolar Aluminum Electrodes, Separation and Purification Technology*, 60, 2008, p.1.
- [4] SNI 06-6989.2-2004, Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri.
- [5] SNI 06-6989.3-2004, Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid, TSS*) Secara Gravimetri.
- [6] Peraturan Gubernur DKI Jakarta No 122 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Air Limbah Domestik di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
- [7] Benefield, Larry. D, et al., *Process Chemistry For Water and Wastewater Treatment*. Prentice-Hall, New Jersey, 1982
- [8] Hudori dan Soewondo, P., *Seminar Nasional ke.4: Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*, 2009, p.134.